

Sistema de visión por computadora para monitoreo en tiempo real del uso de EPP en talleres de soldadura del Atlántico: reducción de accidentes laborales mediante IA.

Mario Andres Martinez Pelaez
Código estudiantil: 201912810913

Diego Andres Mercado Meza
Código estudiantil: 201912811747

Stefany Carolina Gonzalez Orozco
Código estudiantil: 201811492149

Cristian Andres Baza Bermudez
Código estudiantil: 201912813988

Jose Elias Ayus Stren
Código estudiantil: 201912814262

Joigmar Jesus De Arco Escorcía
Código estudiantil: 202012920368

Trabajo de Investigación presentado como requisito para optar el título de:
Especialista en Gerencia de Proyecto

Tutor(es):

Victor Manuel Montaña Ardila
Olga Marina Martínez Palmera

RESUMEN

Este proyecto de investigación aplicada tiene como objetivo diseñar una propuesta técnica y un plan estratégico para la implementación de un sistema de monitoreo basado en visión por computadora y Machine Learning, que detecte el uso de Elementos de Protección Personal (EPP) en talleres de soldadura del Atlántico con el fin de reducir los accidentes laborales, y garantizar su viabilidad técnica, económica y operativa.

El problema radica en la accidentabilidad ocasionada por la falta de detección oportuna del incumplimiento del uso de EPP, lo cual se pretende solucionar con la integración de un sistema de monitoreo en tiempo real con el uso de cámaras con inteligencia artificial (IA) y visión por computadora que potencie los sistemas de seguridad y salud en el trabajo. Es un proyecto de investigación aplicada con un enfoque de metodología mixta, diseño no experimental, de tipo explicativo y propositivo para lo cual se focalizo en los talleres industriales de soldadura en el departamento del Atlántico. Como resultado se presenta la propuesta técnica y el plan estratégico para la implementación de un sistema basado en IA y visión por computadora, la cual representa una solución técnica innovadora para reducir la accidentabilidad laboral causada por el incumplimiento del uso de EPP.

Palabras clave: Elementos de protección personal (EPP), inteligencia artificial (IA), visión por computadora, Machine Learning, redes neuronales y convolucionales y seguridad y salud en trabajo (SST).

ABSTRACT

This applied research project aims to design a technical proposal and a strategic plan for the implementation of a monitoring system based on computer vision and Machine Learning, which detects the use of Personal Protective Equipment (PPE) in welding workshops in the Atlantic in order to reduce occupational accidents, and ensure its technical, economic and operational feasibility.

The problem lies in the accident rate caused by the lack of timely detection of non-compliance with the use of PPE, which is intended to be solved with the integration of a real-time monitoring system with the use of cameras with artificial intelligence (AI) and computer vision to enhance occupational health and safety systems. It is an applied research project with a mixed methodology approach, non-experimental design, of explanatory and propositive type for which it was focused on industrial welding workshops in the department of Atlántico. As a result, the technical proposal and the strategic plan for the implementation of a system based on AI and computer vision are presented, which represents an innovative technical solution to reduce occupational accidents caused by non-compliance with the use of PPE.

Key Words: Personal protective equipment (PPE), artificial intelligence (AI), computer vision, Machine Learning, neural and convolutional networks and occupational safety and health (OSH).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Al-Azani, S., Luqman, H., Alfarraj, M., Sidig, A. A., Khan, A. H., & Al-Hamed, D. (2024). Real-time monitoring of personal protective equipment compliance in surveillance cameras. *IEEE Access*, 12, 3451117. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3451117>
2. Angra, S., & Ahuja, S. (2017). Machine learning and its applications: A review. *2017 International Conference on Big Data Analytics and Computational Intelligence (ICBDACI)*, 57-60. <https://doi.org/10.1109/ICBDACI.2017.8070809>
3. Ardila Puerto, S., Guzmán Hernández, D. Y., & Ramírez Rey, G. L. (2022). *Propuesta plan de intervención para el mejoramiento de condiciones de higiene y seguridad del área de soldadura de la empresa Arani Ltda* [Tesis de pregrado, Universidad ECCI]. Repositorio institucional. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3257>
4. Castilla Mangones, P. X. (2024). *Estudio de las aplicaciones de modelos de machine learning en la seguridad minera subterránea de carbón: Una revisión bibliográfica* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio institucional. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/66933>
5. Ding, H., Gao, R. X., Isaksson, A. J., Landers, R. G., Parisini, T., & Yuan, Y. (2020). State of AI-based monitoring in smart manufacturing and introduction to focused section. **IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 25*(5), 2146-2148. <https://doi.org/10.1109/TMECH.2020.3022983>
6. Fasecolda. (2025). *Estadísticas de riesgos laborales*. <https://www.fasecolda.com/ramos/riesgos-laborales/rldatos-dashboard/>
7. Gil Galeano, A. M., & Mejia Blandon, M. I. (2019). *Sistema de protección para el monitoreo en la portabilidad de los elementos de protección personal* [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio institucional. <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/e8c26f75-b407-4f05-9d23-7154e0ad64ad/content>
8. González-Delgado, A. D., Barajas-Solano, A. F., & Leon-Pulido, J. (2021). Evaluating the sustainability and inherent safety of a crude palm oil production process in North-Colombia. *Applied Sciences*, 11(3), 1046. <https://doi.org/10.3390/app11031046>
9. Ji, X., Gong, F., Yuan, X., & Wang, N. (2023). A high-performance framework for personal protective equipment detection on the offshore drilling platform. *Complex & Intelligent Systems*, 9(4), 4123-4135. <https://doi.org/10.1007/s40747-023-01028-0>
10. Massiris Fernández, M. M. (2022). *Gestión y evaluación de la seguridad en el trabajo mediante técnicas de visión artificial* [Tesis doctoral, Universidad de Extremadura]. Repositorio institucional. https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/15571/1/TDUEX_2022_Massiris_Fernandez.pdf
11. Massiris, M. D. (2018). Detección de equipos de protección personal mediante red neuronal convolucional YOLO. *Actas de las XXIV Jornadas de Ingeniería del*

- Software y Bases de Datos, 1022-1030. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497565.1022>
11. Massiris, M., Fernández, J., Bajo, J., & Delrieux, C. (2020). Sistema automatizado para monitorear el uso de equipos de protección personal en la industria de la construcción. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 17(4), 432-441. <https://doi.org/10.4995/riai.2020.13243>
 12. Miglionico, G., Ducange, P., Marcelloni, F., Vallati, C., & Di Rienzo, F. (2024). Performance evaluation of YOLOv5 on edge devices for personal protective equipment detection. *2024 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/IJCNN60899.2024.10651429>
 13. Ministerio del Trabajo de Colombia. (2019). *Resolución 0312 de 2019: Estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo*. <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59995826/Resolucion+0312-2019-+Estandares+minimos+del+Sistema+de+la+Seguridad+y+Salud.pdf>
 14. Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M. W., & Floridi, L. (2016). The ethics of algorithms: Mapping the debate. *Big Data & Society*, 3(2), 1-21. <https://doi.org/10.1177/2053951716679679>
 15. Nath, N. D., Behzadan, A. H., & Paal, S. G. (2020). Deep learning for site safety: Real-time detection of personal protective equipment. *Automation in Construction*, 112, 103085. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103085>
 16. Organización Internacional de Normalización (ISO). (2018). *ISO 45001:2018 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo*.
 17. Oviedo Agramonte, D. A. (2024). *Implementación de un sistema de detección de equipos de protección personal mediante visión artificial para trabajadores del sector industrial* [Tesis de maestría, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20500.12920/13804>
 18. Padilla Calderón, R. (s.f.). *Seguridad en la industria mediante inteligencia artificial y visión por computadora*. CSOFTMTY. <https://csoftmy.org/seguridad-en-la-industria-mediante-inteligencia-artificial-y-vision-por-computadora/>
 19. Paucara Guadalupe, C. E., & Rodriguez Enciso, S. P. (2024). *Sistema inteligente basado en Deep Learning para la detección del uso correcto de equipos de protección personal* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20500.12692/149042>
 20. Presidencia de la República de Colombia. (2015). *Decreto 1072 de 2015: Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>
 21. Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Alienta Editorial.
 22. Sicari, S., Rizzardi, A., Grieco, L. A., & Coen-Porisini, A. (2015). Security, privacy and trust in Internet of Things: The road ahead. *Computer Networks*, 76, 146-164. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2014.11.008>

23. European Agency for Safety and Health at Work. (2022). *Smart digital monitoring systems for occupational safety and health*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2802/315859>
24. Turriate La Torre, F., & Turpo Papel, A. F. (2024). *Guía para la implementación de un sistema de seguridad usando inteligencia artificial para la mejora de la supervisión de incidentes por falta de EPP en edificios multifamiliares en Lima, Perú* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/10757/682847>
25. VisionPlatform. (2024). Mejorando la seguridad en el lugar de trabajo con soluciones de detección de EPP impulsadas por IA. <https://www.visionplatform.ai/es/deteccion-de-epi/>
26. Zuurro, A., Moreno-Sader, K. A., & González-Delgado, Á. D. (2021). Inherent safety analysis and sustainability evaluation of chitosan production from shrimp exoskeleton in Colombia. *Water*, 13(4), 553. <https://doi.org/10.3390/w13040553>
27. Estela, R. (2020). Metodología de investigación propositiva: Diseño de soluciones fundamentadas. Editorial Académica. <https://www.calameo.com/books/006239239f8a941bec906>
28. Guevara, G. P., Verdesoto, A. E., & Castro, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
29. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a ed.). McGraw-Hill. https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigacion_sampieri.pdf
30. Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2895169>
31. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a ed.). McGraw-Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
32. López-Tejeda, M., & Pérez-Guarachi, L. (2011). Metodología para el diseño de encuestas. *Revista Andina de Ciencias de la Información*, 10, 1-15. http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/raci/v10/v10_a08.pdf
33. Arias-Odón, F. (2023). Investigación documental, investigación bibliométrica y revisiones sistemáticas. *REDHECS: Revista electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*, 31(22), 9-28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=948947>
34. Burbano, G. (2021). *Contabilidad y análisis de costos: Enfoque estratégico para la toma de decisiones*. Ediciones de la U.
35. Canabal, C., & Margalef, L. (2017). La retroalimentación: la clave para una evaluación orientada al aprendizaje. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21(2), 149-170.

36. Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2015). Principios de administración financiera (13a ed.). Pearson Educación.
37. González, M. del C. (2008). Tormenta de ideas: ¡Qué tontería más genial! ACIMED, 17(4), 44-56.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008000400011
38. Hernández, E. C. M., & Rizo, L. C. (2011). El taller de socialización y la valoración científica en las Ciencias Pedagógicas. Transformación, 8(1), 10-19.
39. Hernández, J., García, M., Abejón, P., & Zazo, A. (2010). Estudio de cuentas. Scalahed.
https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24005w/Estudio_cuentas_S13.pdf
40. Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. (2018). Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial (15a ed.). Pearson Educación.
41. Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2020). Cuadro de mando integral: Cómo traducir la estrategia en acción. Gestión 2000.
42. López-Tejeda, M., & Pérez-Guarachi, L. (2011). Metodología para el diseño de encuestas. Revista Andina de Ciencias de la Información, 10, 1-15.
http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/raci/v10/v10_a08.pdf
43. Marcelino-Aranda, M., Martínez-Cuevas, M. del C., & Camacho-Vera, A. D. (2024). Análisis documental, un proceso de apropiación del conocimiento. Revista Digital Universitaria (rdu), 25(6).
<http://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2024.25.6.1>
44. Ortiz, M. (2015). *La encuesta: Grado 2014-2015*. Universidad de Alicante.
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/47792/1/La%20Encuesta%20Grado%202014-2015%201a%20Parte.pdf>
45. Polimeni, R. S., Fabozzi, F. J., & Adelberg, A. H. (2013). Contabilidad de costos (5a ed.). McGraw-Hill Education.
46. TimesPro. (2024, 25 de abril). What is a comparative analysis and how to do <https://timespro.com/blog/what-is-a-comparative-analysis-and-how-to-do-it>